Pantronic の特性について

第2報 作業側運動路の再現性を中心に

西村 臣史 財部 正治 野嶋 昌彦 菅 泰晴
 岡崎 正史 崎岡 道正 宝田 一郎 中村 正幸
 松原 秀憲 斎藤 文明 腰原 好 羽賀 通夫

Characteristics of Pantronic

2. Record of Working Movement

Shinji Nishimura, Masaharu Takarabe, Masahiko Nojima,
 Yasuharu Kan, Masashi Okazaki, Michimasa Sakioka,
 Ichiro Takarada, Masayuki Nakamura, Hidenori Matsubara,
 Fumiaki Saito, Yoshimi Koshihara and Michio Haga

I. 緒 論

II. 研究方法

下顎運動の記録および診査・診断には、種々の機器が用いられており、特に最近の電子工学の発達に伴い、電子装置を応用した下顎運動記録装置がいくつか発表されるに至っている¹⁻⁹⁾。

ディナー社より開発された電気的パントグラフーパントロニックもその一つで、フォトセンサーの応用で下顎運動を記録し、これをマイクロコンピュータにより分析する装置である。さらに全調節性咬合器の各部調節機構をデジタルデータとして、また下顎運動様相をアナログデータとしてプリントアウトすることができる。

われわれは、本装置に注目し臨床应用到に先立ち、基本的特性を知る目的で検討を進めており、第1報として非作業側の運動路の再現性について発表した¹⁰⁾。今回は、さらに作業側運動路の再現性および各種のインサート表示について検討を加えたので報告する。

1. 実験装置の設定

第1報と同様にディナー SE 咬合器を生体に模し、咬合器の各調節機構に種々の条件を与え、装着したパントロニックにより運動を記録した。記録表示されたデータをあらかじめ付与した設定条件と比較し、その再現性について検討した。なお咬合器に運動を与える際、術者による誤差を可及的に除くため同一術者により実験を行った。

前方要素は、セントラルベアリングスクリューの誘導のみとし、前方運動時には咬合器のセントリックラッチをロックすることにより、咬合器の上部構造体が水平方向にスライドすることを防止した。

2. 実験条件

(1) TWL (Top Wall Inclination) および RWL (Rear Wall Inclination) の再現性

咬合器の各調節部を ISS (Immediate Sideshift) : 1 mm, PSS (Progressive Sideshift) : 5°, PRO (Protrusive Paths) : 35°, SWI (Superior Wall Inserts) : F (Flat), MWI (Medial Wall Inserts) : ST (Straight) とし、RWL を 30° F から 30° B まで 10° ごとに7段

表 1 TWL および RWL の再現性

RWL		30°F	20°F	10°F	0°	10°B	20°B	30°B
TWL								
30°U	R	30°F	30°F	30°F	19°F	16°F	1°F	10°B
	T	10°U	10°U	23°U	22°U	25°U	25°U	25°U
20°U	R	30°F	30°F	29°F	24°F	10°F	0°	13°B
	T	13°U	10°U	25°U	25°U	24°U	25°U	25°U
10°U	R	30°F	17°F	26°F	20°F	3°F	0°	20°B
	T	11°U	15°U	24°U	25°U	18°U	25°U	22°U
0°	R	30°F	30°F	25°F	11°F	0°	8°B	20°B
	T	2°U	5°U	14°U	9°U	10°U	10°U	13°U
10°D	R	30°F	29°F	21°F	9°F	0°	13°B	17°B
	T	19°D	10°D	1°D	5°D	3°D	4°D	9°U
20°D	R	20°F	21°F	12°F	0°	10°B	17°B	28°B
	T	20°D	20°D	11°D	18°D	18°D	20°D	16°D
30°D	R	30°F	13°F	9°F	0°	10°B	20°B	30°B
	T	20°D	20°D	20°D	20°D	10°D	10°D	10°D

設定条件:ISS1mm PSS5° PRO35° MWI ST SWI F
R:RWLの表示値 T:TWLの表示値

階, TWL を 30° U から 30° D まで 10° ごとに 7 段階に変化させ、それぞれの条件で TWL および RWL の再現性について検討した。

(2) MWI が TWL および RWL へ及ぼす影響

咬合器の各調節部を ISS:1mm, PSS:5°, PRO:35°, SWI:F とし, RWL を 30° F から 30° B まで 10° ごとに 7 段階, TWL を 30° U から 30° D まで 10° ごとに 7 段階に変化させ, MWI に DI (Distributed Side-shift) および EL (Early Sideshift) を装着し, MWI が TWL および RWL の再現性に及ぼす影響について検討した。

(3) PRO の変化に伴う SWI 表示値の変化

咬合器の各調節部を ISS:1mm, PSS:5°, TWL:0°, RWL:0°, MWI:ST とし, PRO を 20° から 35° まで 5° ごとに変化させ, SWI に 7 種類 (半径 3/8 in, 1/2 in, 5/8 in, 3/4 in, 1 in, 2 in の 6 種類および Flat) のインサートを装着し, PRO の変化が SWI の表示に及ぼす影響を検討した。

(4) ISS の変化に伴う SWI 表示値の変化

咬合器の各調節部を PSS:5°, PRO:35°, TWL:0°, RWL:0°, MWI:ST とし, ISS を 0, 1, 2 mm と変化させ, 各条件において 7 種類の SWI を装着し, ISS の変化に伴う SWI 表示への影響を検討した。

(5) ISS, PSS, PRO の変化に伴う MWI 表示値の変化

咬合器の各調節部を ISS:1mm, PSS:5°, PRO:35°, TWL:0°, RWL:0°, SWI:F とし, ISS を 1, 2 mm, PSS を 5°, 10°, 15°, PRO を 20°, 25°, 30°, 35° と変化させ, それぞれの条件下で MWI に EL, DI, ST の 3 種類のインサートを装着し, ISS, PSS, PRO の MWI 表示に対する影響を示した。

なお運動の記録は, それぞれ同一条件において 5 回ずつ行い, 平均値を求めた。

III. 結 果

1. TWL および RWL の再現性

TWL および RWL を 30° U から 30° D, 30° F から 30° B まで変化させた場合, 各条件での TWL および RWL の表示値は表 1 の結果が得られた。

2. MWI が TWL および RWL へ及ぼす影響

MWI に DI および EL のインサートを装着した上で, TWL および RWL を 30° U から 30° D, 30° F から 30° B まで変化させた場合の各条件での TWL および RWL の表示値は表 2-a, b の結果が得られた。

3. PRO の変化に伴う SWI 表示値の変化

SWI に 7 種類のインサートを装着した上で, PRO を 20°~35° まで変化させた場合の各条件下での SWI の

表 2-a MWI が TWL および RWL へ及ぼす影響

MWI : DI

RWL \ TWL		30°F	20°F	10°F	0°	10°B	20°B	30°B
30°U	R T	2°F 10°D	—	—	24°F 20°U	—	—	6°B 20°U
20°U	R T	—	12°F 18°U	—	16°F 20°U	—	2°B 12°U	—
10°U	R T	—	—	29°F 12°D	16°F 14°U	5°F 20°U	—	—
0°	R T	30°F 10°U	30°F 10°U	24°F 16°U	9°F 12°U	0° 14°U	8°B 11°U	17°B 11°U
10°D	R T	—	—	17°F 6°U	3°F 10°U	0° 8°U	—	—
20°D	R T	—	20°F 2°D	—	1°F 0°D	—	15°F 10°U	—
30°D	R T	30°F 10°D	—	—	8°B 6°D	—	—	20°B 2°D

設定条件: ISS 1mm PSS 5° PRO35° SWI F

R: RWLの表示値 T: TWLの表示値

表 2-b MWI が TWL および RWL へ及ぼす影響

MWI : DI

RWL \ TWL		30°F	20°F	10°F	0°	10°B	20°B	30°B
30°U	R T	15°F 12°D	—	—	29°F 25°D	—	—	0° 25°U
20°U	R T	—	25°F 10°U	—	23°F 25°U	—	0° 25°U	—
10°U	R T	—	—	29°F 24°U	20°F 22°U	2° 25°U	—	—
0°	R T	30°F 0°	30°F 10°U	21°F 10°U	12°F 23°U	0° 15°U	8°B 12°U	17°B 13°U
10°D	R T	—	—	20°F 16°U	9°F 11°U	0° 10°U	—	—
20°D	R T	—	22°F 2°U	—	0° 10°D	—	22°B 16°D	—
30°D	R T	30°F 14°D	—	—	0° 24°D	—	—	30°B 16°D

設定条件: ISS 1mm PSS 5° PRO35° SWI F

R: RWLの表示値 T: TWLの表示値

表示値の出現率を図1に示す。

4. ISS の変化に伴う SWI 表示値の変化

SWI に7種類のインサートを装着した上で, ISS を 0~2mm まで変化させた場合の各条件での SWI の表示値の出現率を図2に示す。

5. ISS, PSS, PRO の変化に伴う MHI 表示値の変化

MWI に2種類のインサートを装着した上で, ISS, PSS, PRO をそれぞれ変化させた場合の各条件での MWI の表示値の出現率を図3に示す。

図 1 PRO 変化に伴う SWI 表示値の変化

図 2 ISS の変化に伴う SWI 表示値の変化

IV. 考 察

1. 実験方法について

本実験は第 1 報に引き続き、ディナー SE 咬合器を生

体に模し、顎運動の様相を既知のものとして運動を行
い、パントロニックによりそれを計測したものである。
しかし、ディナー SE 咬合器の調節機構は、それぞれが
独立して絶対的な運動を構成するものばかりでなく、一
部調節機構においては 2 つ以上の要素が影響を及ぼし合

設定条件: ISS 1mm PSS 5° PRO 35° SWI F

図3 ISS・PSS・PRO の変化に伴う MWI 表示値の変化

図4 各調節機構間の影響

図5 解析図

表3 各設定条件における TWL の理論値

PRO	TWLの 設定値	30°U	20°U	10°U	0°	10°D	20°D	30°D
20°		28.5°U	18.9°U	9.4°U	0°	9.4°D	18.9°D	28.5°D
25°		27.6°U	18.3°U	9.1°U	0°	9.1°D	18.3°D	27.6°D
30°		26.6°U	17.5°U	8.7°U	0°	8.7°D	17.5°D	26.6°D
35°		25.3°U	16.6°U	8.2°U	0°	8.2°D	16.6°D	25.3°D

うことがあるため、相対的なものとして考えなければならない。その一例として、第1報において PSS の値は PRO の値により変化することを報告した。

ここで、SE 咬合器の各調節機構が相互に影響を及ぼし合う因子をまとめると図4の通りである。この中で、本研究に關与する PRO が TWL に及ぼす影響、PRO が RWL に及ぼす影響、TWL が ISS に及ぼす影響について検討した。

PRO と TWL の関係は図5に示す通りであり、PRO の調節部の目盛りによる設定値を PR、TWL の調節部

の目盛りによる設定値を TW とした場合、TWL の実際の運動を示す理論値 Δ_1 との間には

$$\tan \Delta_1 = \frac{\sin TW \cdot \cos PR}{\cos TW}$$

の関係式が成立する。

PRO を 20°, 25°, 30°, 35° に設定し、TWL を 30° U から 30° D まで 10° ごとに設定した場合の TWL の理論値を表3に示す。

PRO と RWL の関係は図6に示す通りであり、PRO の設定値を PR、RWL の設定値を RW とした場合、

RWL の理論値 Δ_2 の間には,

$$\tan \Delta_2 = \frac{\sin RW \cdot \cos PR}{\cos RW}$$

の関係式が成立する。

これは、PRO と TWL との関係に等しく、PRO が変化することにより、TWL と RWL は同様の変化を示す。すなわち、TWL および RWL は PRO : 0° の場合、設定値は理論値と等しくなり、PRO が増加することにより、理論値は設定値よりも大きくなることを示すものである。

また、パントロニックは下顎運動を完全な 3 次元運動として計測するものではなく、顎頭外側に位置する左右 3 個ずつ計 6 個のセンサーにより運動を記録するものである。さらに入力されたデータは、コンピュータのプロ

図 6 解析図

グラムに組み込まれた conversion factor により数学的処理が行われ、顎頭部の運動を近似的に算出するものである。そのため、センサー部の運動は実際の動きとは異なったものであると考えられる。

図 7 は RWL を 30° F, 0°, 30° B と変化させた場合に得られた ISS, PSS, MWL および RWL のデータの 1 例で、3 者の間には明らかに相違が認められる。図 8 はこの結果を模式化したものである。RWL : 30° F に設定した場合、顎頭は真横に動いた後、前方に動いているように図 7 のアナログデータでは表されているが、図 8-a においては非作業側センサーは一度後方にわずかに移動した後、前方に移動していることがわかる。これは RWL が F 方向にある場合、非作業側顎頭は一度やや後方に移動するが、パントロニックのアナログデータでは、この部分が計測範囲外になってしまうことを示すものである。また作業側顎頭は RWL に沿った直線運動をしているにもかかわらず、非作業側顎頭の運動の影響により、作業側センサー部は途中屈曲した運動様相を呈することになる。これは図 7 の左下 RWL のアナログデータにも同様に認められている。さらに図 7 において RWL : 30° B に設定した場合、図 8-c に示すように MWI に ST のインサートが装着されているにもかかわらず、本来は作業側調節機構である RWL が影響を及ぼし、非作業側顎頭は Distributed Sideshift あるいは Early side-

図 7 REAR WALL の変化に伴う影響

図8 運動記録模式図

shift をしているように観察される。このことは RWL を B 方向に設定した場合、パントロニックの MWI の表示が、MWI に ST のインサートを装着しているにもかかわらず、EL または DI となることを意味しているものである。

2. 実験結果について

(1) TWL および RWL の再現性

表1を図化したものが図9である。これは、X 軸に RWL の設定値、Y 軸に TWL の設定値とする座標軸をとり、その座標系の中に表示値をプロットし、そのプロットを結んで得られたものである。図中の太い実線は、TWL の設定値が 0° である場合、太い点線は RWL の設定値が 0° である場合の設定条件における表示値のプロットを結んだものであり、細い実線は他の設定条件における表示値のプロットを結んだものである。もし表示値が設定値に等しい値を示すならば、太い実線は Y 軸と、太い点線は X 軸と重なり、細い実線は座標系に直交する等間隔の格子状となるはずである。

しかし、図9においては太い点線は上方に変位し、太い実線は下方では Y 軸に重なり、上方では左方向に変位している。また細い実線は原点では比較的格子状を示しているが、左上方、右下方では複雑に折り重なっている。すなわち、TWL の表示値は設定値に比較して約 10° 程 U 方向に片寄り、RWL の表示値は TWL が D 方向にある場合には設定値に近似し、TWL が U 方向に変化すると F 方向に片寄ってくる。また、表示値が TWL, RWL

図9 TWL および RWL の再現性

ともに 0° となる設定条件では、設定値の変化に対応する表示値の変化がみられるが、図の左上方、右下方に相当する設定条件では、設定値の変化に対応する表示値の変化はみられなかった。

これらの傾向は、センサー部が顎頭外方に設定されているためと思われる。すなわち、顎頭外方で記録された顎路は顎頭部の顎路とは異なるため、顎頭外方にあるセンサーの動きを、顎頭部の動きに近似的に変換する conversion factor の影響と考えられる。現状においては、TWL, RWL の再現性には若干問題はあるものの、この conversion factor の変更により、再現性の向上が計られると考えられる。

また、前述した TWL, RWL の PRO の影響による設定値と理論値の差は、本研究の設定においては最大でも 4.7° であるため、全体の傾向は変化せず本研究においては大きな影響はないものと考えられる。

(2) MWI が TWL および RWL へ及ぼす影響

表2-a, b に示した結果を IV-2-(1) と同様の方法で図化したものを図10に示す。MWI の変化により傾向に若干の変化はみられるものの、全体の傾向は変化していない。すなわち、MWI は TWL, RWL の表示に大きな影響を与えないものと考えられる。しかし、図7, 8 で示したように、RWL の状態によって MWI の表示は影響を受けることは十分に考えられる。

(3) PRO の変化に伴う SWI の表示値の変化

計測結果によれば PRO: 20° の場合、SWI に F のインサートを装着すると測定下能のアステリクスが表示さ

図 10-a MWI が TWL および RWL へ及ぼす影響

図 10-b MWI が TWL および RWL へ及ぼす影響

れた。これは顎頭の下方向への移動量が少ない場合には演算が不可能になるためと思われる。同じ PRO : 20° の場合においても、SWI の曲率が小さいもの、すなわち SWI のふくらみが大きく顎頭球がより下方に移動する場合には、計測が可能になるものと思われる。

また SWI を半径 2 in から 3/8 in の 6 種類の曲率を有するものを用いた場合、いずれの場合においても付与した条件よりも平坦な値を表示することが多く、特に PRO が大きくなる程この傾向が強く認められた。特に 3/8 のインサートを用いた場合、PRO : 35° においては、

図 11 MWI の形状

表示値は 1/2 よりさらに曲率の小さい 3/4 の値を示した。

一般的な傾向として、SWI の変化に伴いその表示値は追従していると考えられるが、本装置においてはソフトウェアの制約により、SWI の表示能力は F, 3/4, 1/2 の 3 種類のみで、さらに正確な SWI の決定は、プリントアウトされたアナログデータより読み取ることが必要と思われる。

(4) ISS の変化に伴う SWI 表示値の変化

図 2 に示した通り、ISS が 0, 1, 2 mm いずれの場合においても、ISS の変化にかかわらず、ほぼ同様にインサートの曲率が小さくなるに従い、付与した条件よりも平坦な値を表示する傾向が認められた。すなわち、ISS の変化は SWI の表示値に大きな影響を与えないものと思われる。これは SWI の計測は前後方向、上下方向を計測する 2 つのセンサーによってなされ、ISS すなわち左右方向の運動は、その計測に大きな影響を与えないものと考えられる。

(5) ISS, PSS, PRO の変化に伴う MWI 表示値の変化

計測結果から ISS, PSS, PRO を変化させても、MWI 表示値の出現率に一定の傾向をみつけることは困難であった。これは、DI, EL のインサートを装着した場合の顎路の差が微少であるため、センサーの追従性が及ばないものと思われる。そこで、EL, DI の 2 つのインサートを小坂研究所製万能表面形状測定器 SEF-10A により計測した。図 11 は計測結果であるが、EL, DI のインサートの形状の違いはわずかであり、パントロニックによる識別は困難なものと思われる。

V. 結 論

全調節性咬合器ディナー SE を生体に模することにより、下顎運動様相を既知のものとしてパントロニックに与え、その設定値と表示値を比較、検討を行ったところ

以下の結論を得た.

1. TWL および RWL の再現性において, 設定値に対する表示値はある程度の追従性を示した.
2. MWI の形状が変化しても, TWL, RWL の再現性の傾向に大きな変化は認められなかった.
3. SWI の変化に伴いその表示値は追従していると考えられるが, PRO の変化によりその傾向は変化がみられた.
4. ISS の変化は SWI 表示値に大きな影響を与えなかった.
5. ISS, PSS, PRO の設定値を変化させても, MWI 表示値は大きな影響を受けなかった.
6. パントロニックにより表示された作業側調節機構のデータは下顎運動を忠実に再現したものとはいえないが, その特性を十分に理解しておけば, 下顎運動の診査・診断に役立つものと考えられる.

文 献

- 1) 斎藤文明, 塩崎泰雄, 幡 茂樹, 畑中正利, 谷 繁信, 中尾一成, 腰原 好, 羽賀通夫: Mandibular Kinesiograph の特性について, 補綴誌, 21: 312~322, 1977.
- 2) 溝上隆男, 名波智章, 櫻井 薫, 尾松素樹, 大井誠一, 林甫: 非接触型変位計測装置とその応用について—歯科領域に導入した電子光学式変位・振動測定器および高出力赤外発光ダイオードと4分割・p-i-n・フォトダイオードとの組合わせによる変位計測装置, 補綴誌, 28: 113~119, 1984.
- 3) 山下 敦, 井上 宏: マンディブラーキネジオグラフ—その原理と使用法, 臨床応用—, DE, 41: 1~15, 1977.
- 4) 保母須弥也, 望月貞成: 自動電子計測システムによるヒトの下顎運動の研究 第1報 計測システムの開発, 補綴誌, 26: 165~180, 1982.
- 5) 塩澤恭郎, 林 豊彦, 野木修一, 他: 下顎任意点の運動解析, 第1報, 測定システム, 補綴誌, 25: 499~507, 1981.
- 6) 柴田孝典, 中沢勝宏, 尾崎佳孝, 増田 健, 小鹿典雄: ビジブル・バイオフィードバック機能を持つ下顎運動解析装置サホンビジットレーナー C II について, 補綴臨床, 14: 101~116, 1981.
- 7) E. Körber, A. Luckenback: 下顎切歯点および顎頭の三次元運動の記録, The Quintessence, 2: 74~82, 1983.
- 8) 石岡 靖, 野村修一, 林 豊彦, 野村章子, 山鹿卓郎, 木竜 徹: 咀嚼系機能検査システム, The Quintessence, 1: 28~43, 1982.
- 9) 林 揚春, 中谷地徹, 井関 繁, 河津 寛, 保母須弥也: コンピュータ・パントグラフ サイバーホビー F 3 システムについて, その1, 下顎運動の計測操作, 日本歯科評論 488: 53~72, 1983.
- 10) 宝田一郎, 財部正治, 野嶋昌彦, 西村臣史, 中村正幸, 松原秀憲, 斎藤文明, 腰原 好, 羽賀通夫: Pantronic の特性について 第1報 非作業側運動路の再現性について, 補綴誌, 28: 12~18, 1984.